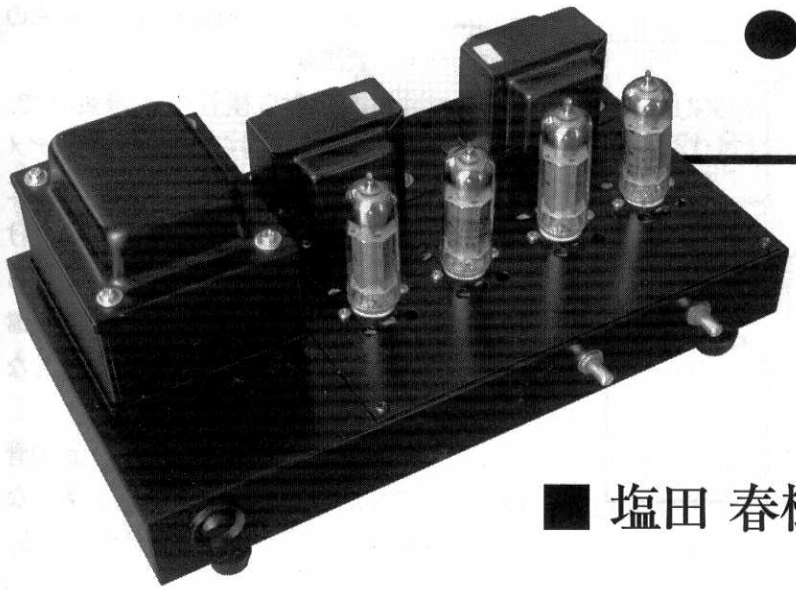


●超シンプル，無調整で高性能

■ 塩田 春樹 ■

6BQ5(T)単段差動PPアンプの製作

今回は差動アンプに挑戦

今月は6BQ5を使った単段増幅差動プッシュプルのパワー・アンプを報告します．

日ごろは，アンプを作るといえばクロスシャント・プッシュプル(CSPP)であり，音楽を聴くといえばCSPPで聴く，というCSPP三昧の日々ではありますが，1月号で報告したSRPP(という名の実質シングル・アンプ)のように，たまに違う回路方式の音を聴くとその新鮮さに感じ入り，作って見ようという気になるものです．作ってみると，さすが今日まで生き残っている回路ではあると実感するものの，改めてCSPPの優秀さを再確認することにもなります．

かくなる意味もあって，久しぶりに差動アンプの音を思い出そうと手持ちのアンプを探したのですが，すでに解体したり部品を転用したりしていて，完成品がありません．

では作るか，となったのですが，どうせ一から作るなら最も差動アンプらしいアンプを，と考えたところ，単段増幅に思い当たりました．これほど単純な回路構成はありませんから，純粋に差動アンプの音が聴けるはずです．

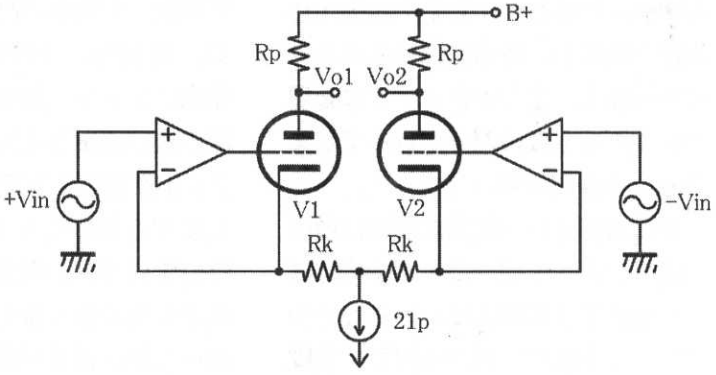
いまから5年ほど前にもEL34でこの方式に挑んだことがありますが，そのときはすばらしい物理特性を得たものの，いかんせん動作が不安定で，実用に供することを断念した経緯があります．

今回はこのときの苦い思いを払拭すべく，また可能な限り単純な回路構成を採用することで，安定した，しかも差動アンプらしい音を現出すべく，超安定性能・超安定供給の6BQ5を出力管に採用しました．結果は上々で，十分満足できる出来栄えとなりましたので，ご報告することにした次第です．

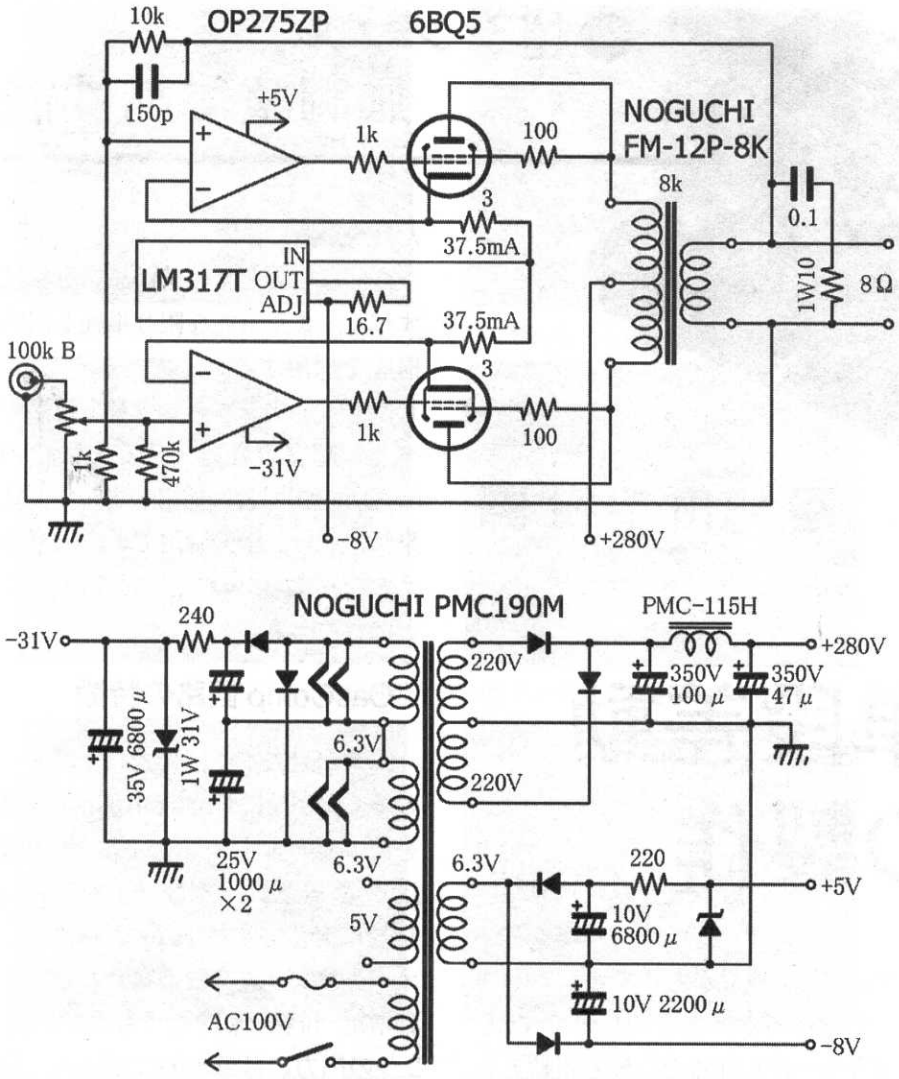
CasComp回路の特徴

筆者が過去本誌に発表したアンプの多くが初段にCasComp応用回路を使っています．この回路は黒田徹氏が考案され，本誌2008年4，5月号に発表された回路で(**第1図**)，オペアンプと真空管の組合わせで差動増幅・位相反転を行うものですが，2つの出力には原理的に電圧差，位相差がまったくなく，しかも理論的にはひずみもまったくない，という優れものです．

しかも，利得はRp／Rkだけで決まり，管種にはまったく依存しないので，利得は理論的には無限小から無限大まで自由自在に設定できます(詳細は，前述の各号または2009年11月号の筆者の記事中の黒田氏の解説を参照)．この回路はオペアンプと真空管



〈第1図〉
黒田徹氏が2008年4，5月号に発表したCas Comp回路



〈第2図〉Cas Comp回路で構成した6BQ5単段差動PPアンプの全回路

という2つのデバイスを使っていますが，これらは機能的には1つのデバイスです．つまり，これらは一体不可分であり，これらで1段の増幅回路を構成します．

そこで，今回はこのCasComp回路のオリジナルで使われている双3極電圧増幅管を電力増幅管に置き換えました．つまり，電力増幅管自身がオペアンプとセットでCasComp回路を構成し，電力増幅はもとより電圧増幅も，またPPアンプに必須の位相反転もこの部分が行ってしまうというものです．

単段増幅というと入力回路に増圧用のトランスを使うことが多く，ほんとうの単段増幅とはいいがたいのですが，本機では何から何まで1段でやってしまうという，正真正銘の単段増幅アンプです．

回路の特徴と動作設計

第2図が本機の全回路です．

出力段は差動ですから，定電流で縛ります．となると，2つのプッシュプルを構成する出力管はシーソー動作をしますから，動作基点を中心に前後同電流値の動作となりますので，完全なA級動作です．また，完全にシーソー動作とさせるため電流の逃げ道を与えてはなりませんから，5極管を使っても3極管接続にしてやらねばなりません．Webではたまに OPTのSGタップを使ったUL接続をしながら差動アンプと謳った製作例を見かけますが，3結にしない限り差動動作はしませんので，要注意です．

出力部は3極管のA級動作で，大きな出力は得られないというデメリットはありますが，A級だけにOPTでは単純な波形の足し算だけとなり，いわゆる“合成”は避けられますから，OPT固有の影響（通常はよい影響にならない）は受けにくくなる，というメリットがあります．

ただ3極管接続ですから，出力管の内部抵抗は大きく下がり，大きなダンピング・ファクタが得られる，といいたいところですが，Cas-Comp回路における真空管はカスコード管の役割しか果たしていませんから，そもそも真空管の内部抵抗は何の意味も持たず，寄与もしません．

むしろこの回路は出力インピーダンスが高いので，多段増幅の初段に使う場合は特に問題にはならないのですが，今回のように直接出力する部分に使う場合は，どちらかといえばDFの点では極めて不利だといえます．必要十分なDFを得るにはNFBに頼るしかありません．このあたりは後述します．

さて，**第3図**が出力管の動作です．今回はOPTに手持ちのノグチ・トランスのFM12P−8Kというファイメット・コアの1次インピーダンス8kΩのものを使用しましたので，ロード・ラインは4kΩで引きます（A級動作の場合は2分の1ですから要注意です）．

動作基点を280V/37.5mA，したがってアイドリング電流は37.5mAとなり，無信号時を含め常時この電流が流れるとして，この点を通る4kΩのロード・ラインを引くとほとんど0～75mAの間で，動作基点を中心に±150V（130V/75mA～280V/37.5mA～430V/0mA）がフルに使えますから，

ら，偶然に起こっていることではなく構造的必然的な原因と考えられます．100Hzは通常DCバランスの程度が反映されるのですが，差動でCasCompですから，DCバランスは問題になるレベルではない――プッシュプルの上下のRkの両端電圧はほぼ同じ，すなわち同電流値になっていることを確認しています――こともあり，コア・サイズの問題かもしれないと思っています．ファインメットという高級材をコアに使って小型化しているのですが，低域での影響についての知見が筆者にはありませんから，別途考察してみます．

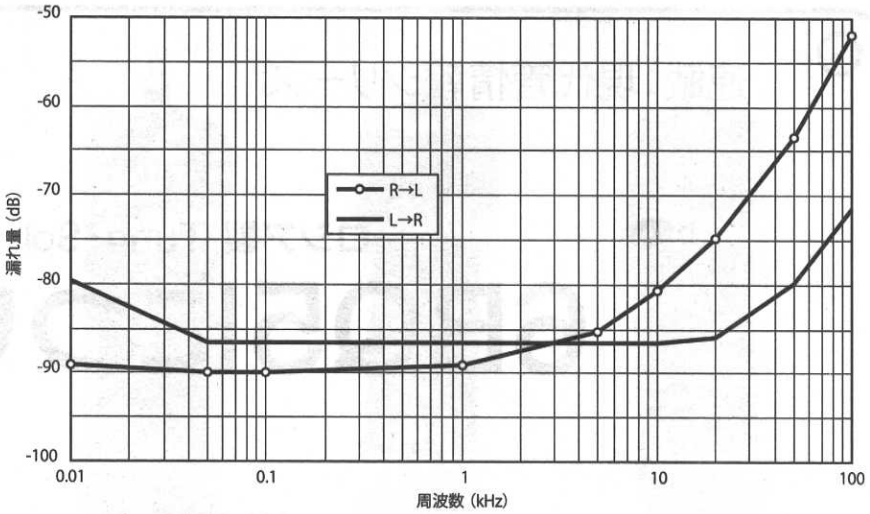
10kHzでは0.2Wを底に徐々にかつ直線的にひずみが増えていきます．比較的強い高域位相補償のせいではないかと考えます．しかし，どの周波数を見ても2Wあたりまではほぼ0.1%以内のひずみ率ですから，十分低ひずみであることには変わりがありません．周波数間のバラツキは所詮データ上の問題でしかありません．

(3) ダンピング・ファクタ /DF

オン・オフ法1kHzで左右とも3.6と案の定，期待はずれの結果となりましたが，「調整」の項で述べましたように，これ以上は望まないことにしました．この数値でもふつうの5極管PP程度ですから，決して箸にも棒にもかからないというレベルではありません．とりあえず音を聴いて是非の判断をすることにします．

(4) 残留雑音

入力VR最小位置で，負帰還後は左0.11mV，右0.15mVと低い数値となりました．強い負帰還をかけてはいるものの，回路自体のインピーダンスが高いので雑音を拾いやすいという点から気になってはいましたが，単段増幅でアタマが直流駆動のオペアンプだということもあり，辻褄があったのでしょう．



〈第9図〉本機のクロストーク特性．R→L，L→Rのちがいは不明

(5) クロストーク (第9図)

残留ノイズが小さいので期待しましたが，結果はさほどではありません．悪く見える方の“右チャネルから左チャネルへの洩れ”でも可聴帯域では−75dBは確保できていますから，実用上は優秀の部類ではあります．問題は，左右で結果が大きく異なることです．特に右チャネルから左チャネルへの洩れが1kHzから高域に向かって鰻上りです．

カラー・ページの写真からもおわかりのとおり，左右チャネルは相当離れているので，いわゆる“飛びつき”はないだろうとタカを括っていたのですが，どうも入力系が近接していて，“飛びつき”があるようです．

やはり，こんなところに回路インピーダンスの高さが影響しているのではないかと怪しまれますが，ならば左チャネルから右チャネルへの洩れも同様のはずなので，ここはもう少し詳細な調査が必要です．左右で見逃している配線環境の違いがあるのかもしれません．今後の技術蓄積のためには重要な課題です．

試聴と感想

出力管の6BQ5は過去に永く使用していたものですから，それなりにエイジングが進んでいるようで，最初からマトモな音が飛び出してきました．気になっていた低音も膨満感はなく，CSPPのようにリアルではありませんが，雰囲気を感じさせる音を聴かせます．この程度の低音なら許容範囲です．

肝心の全般的な“差動”の音ですが，これはこれなりに優れたアンプの音だと実感させます．定位は相変わらず優秀ですし，どんな演奏もあまり熱っぽくはなく，クールに聴かせますから，リファレンス的な音の佇まいといえます．筆者が作ったり聴いたりしたアンプがそうだったのかもしれませんが，まさに「いままで聴いてきた差動アンプの音」の延長線上にあります．

繰り返しになりますが，優秀な音であるには違いありません．しかし，それだけに残念なのは，今回の特徴である単段増幅ならではの音がどこにあるのかが判然としないことです．回路的にはこれ以上シンプルにはできない究極の回路であり，また物理特性は他に例を見ないほど超低ひずみ率なのに，です．

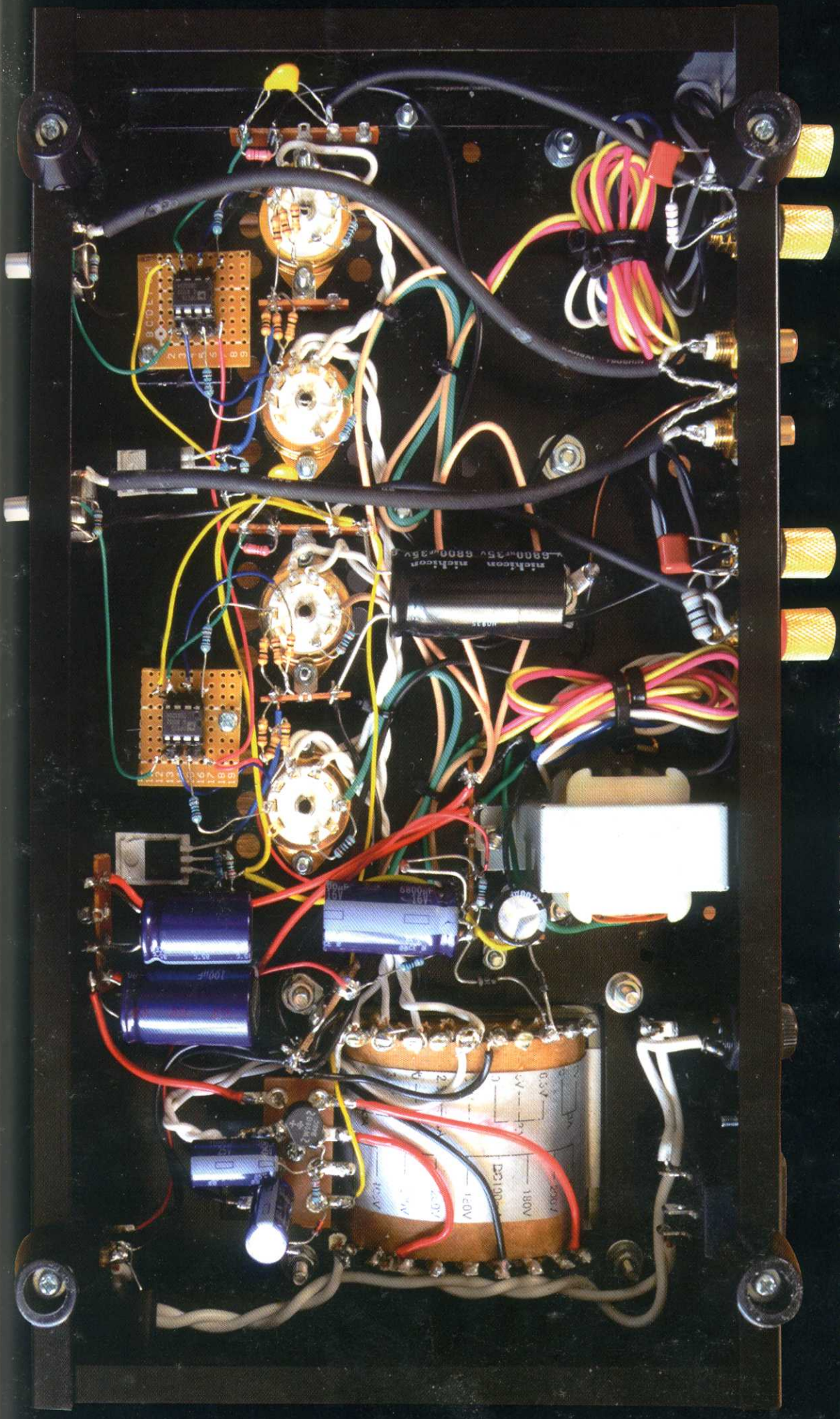
でも，見かたを変えれば，高性能でキチンと差動の音を出してくれるアンプが超シンプル，かつ無調整でできますよ，ということでもあります．

Only One Products

6BQ5単段増幅 差動プッシュプル・パワー・アンプの製作

製作★塩田春樹

●本文製作記事参照



◆差動プッシュプルで出力5Wを得ている